

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI DAN MASSA TEPUNG
CANGKANG TELUR (TCT) TERHADAP KANDUNGAN N, P, K PADA
PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH CAIR TAHU
DENGAN *BIOAKTIVATOR EM4 (EFFECTIVE MICROORGANISM 4)***



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

EKA WAHYU SETYORINI

D 500 130 123

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI DAN MASSA TEPUNG
CANGKANG TELUR (TCT) TERHADAP KANDUNGAN N, P, K PADA
PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH CAIR TAHU
DENGAN *BIOAKTIVATOR EM4 (EFFECTIVE MICROORGANISM 4)***

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

EKA WAHYU SETYORINI

D 500 130 123

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing


M. Mujiyurohman S.T., M.T., Ph.D.

NIK : 794

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI DAN MASSA TEPUNG
CANGKANG TELUR (TCT) TERHADAP KANDUNGAN N, P, K PADA
PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH CAIR TAHU
DENGAN *BIOAKTIVATOR EM4 (EFFECTIVE MICROORGANISM 4)***

EKA WAHYU SETYORINI

D 500 130 123

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 15 Februari 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji :

1. M. Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Eni Budiyati, S.T., M.Eng.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan



Dr. H. Sri Sunarto, M.T., Ph.D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31 Oktober 2017

Penulis



EKA WAHYU SETYORINI

D 500 130 123

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI DAN MASSA TEPUNG
CANGKANG TELUR (TCT) TERHADAP KANDUNGAN N, P, K PADA
PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH CAIR TAHU
DENGAN *BIOAKTIVATOR EM4 (EFFECTIVE MICROORGANISM 4)***

Abstrak

Limbah cair tahu adalah cairan yang dihasilkan dari sisa proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu yang sering disebut air dadih. Limbah cair tahu banyak menimbulkan permasalahan di lingkungan karena hasil dari degradasinya menimbulkan persenyawaan berbau busuk. Masih banyak limbah cair tahu yang langsung dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu. Pembuatan pupuk organik dari limbah cair tahu diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan, dan juga meningkatkan nilai ekonomi dari limbah cair itu sendiri. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui potensi limbah cair tahu menjadi pupuk organik cair. Variabel yang dipelajari mencakup pengaruh waktu fermentasi, dan penambahan massa tepung cangkang telur (TCT) terhadap kandungan N, P, dan K yang difermentasi dengan bioaktivator EM4 pada pupuk organik cair yang dihasilkan. Pada limbah cair tahu murni terdapat kandungan N 0,06% (massa), P 222,16 ppm, dan K 0,042% (massa). Dengan waktu fermentasi 12 hari menggunakan EM4 dan penambahan TCT sebanyak 10 gram, kandungan N, P dan K meningkat mencapai N 0,09% (massa), P 601,00 ppm, dan K 0,098% (massa). Semakin lama waktu fermentasi dan banyak TCT yang ditambahkan maka nilai kandungan N, P, dan K pada limbah cair tahu murni akan semakin besar sehingga dapat memenuhi *standard* pupuk organik cair.

Kata Kunci: EM4, limbah cair tahu, pupuk organik cair, tepung cangkang telur

Abstract

Tofu liquid waste is the liquid produced from the rest of the washing process, boiling, pressing and printing tofu which is often called whey. Tofu liquid waste has a lot of problems in the environment because the result of degradation causes bad odour compounds. There is still a lot of tofu waste that is immediately disposed of without first processing. The manufacture of organic fertilizer from tofu liquid waste is expected to reduce the environmental pollution, and also increase the economic value of the wastewater itself. The purpose of this research is to know the potency of tofu liquid waste to be liquid organic fertilizer. The variables studied included the effect of fermentation time, and the addition mass of eggshell flour to the content of N, P, and K which was fermented with the EM4 bioactivator on the resulting liquid organic fertilizer. The pure liquid tofu waste contains N 0.06% (mass), P 222.16 ppm, and K 0.042% (mass). With a 12-day fermentation time using EM4 and 10 grams of eggshell flour addition, the N, P and K contents increased to N 0.09% (mass), P 601.00 ppm and K 0.098% (mass). The longer the fermentation time and the more eggshell flour added, the value of N, P, and K content in pure liquid waste will be higher so that it can meet the standard of liquid organic fertilizer.

Keywords: EM4, tofu liquid waste, liquid organic fertilizer, eggshell flour

1. PENDAHULUAN

Pemakaian pupuk kimia dengan jangka waktu lama mengakibatkan tanah menjadi tandus dan keras, mikroorganisme dan cacing tanah hilang sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem. Saat ini petani sudah mulai menyadari akan masalah tersebut, banyak dari mereka mulai beralih menggunakan pupuk organik yang ramah lingkungan serta dapat di produksi sendiri dengan menggunakan bahan-bahan yang mudah di dapat dari lingkungan sekitar. Bahkan proses pembuatan pupuk organik tidak rumit dan biayanya pun lebih murah jika dibandingkan membeli pupuk kimia.

Industri tahu merupakan industri kecil yang terdapat di kota besar maupun kecil. Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah, baik limbah padat maupun cair. Limbah cair dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu (Rossiana, 2006). Sayangnya sampai saat ini masih banyak industri tahu yang belum cukup baik dalam menerapkan sistem instalansi pengolahan air limbah (IPAL) atau memanfaatkan limbah cair tahu. Masih banyak industri tahu yang membuang limbah langsung ke sungai, padahal limbah cair yang dihasilkan oleh parik tahu banyak mengandung bahan-bahan organik yang dapat mencemari sungai (Kaswinarni, 2007).

Industri tahu di Indonesia sebagian besar masih merupakan industri dengan teknologi sederhana, sehingga di dalam pengolahannya masih banyak protein yang hilang (bersama limbah cairnya) atau tertinggal di dalam ampas tahu karena cara ekstraksi maupun penggumpalan proteinnya kurang sempurna. Menurut Said (1999), limbah cair tahu memiliki kandungan kompleks yang terdiri dari protein sebesar 0,42%, lemak 0,13%, karbohidrat 0,11%, air 98,87%, kalsium 13,60 ppm, fosfor 1,74 ppm dan besi 4,55 ppm. Oleh karena itu, limbah cair tahu memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik dengan cara fermentasi dengan menggunakan bioaktivator EM-4. Pada pupuk organik, untuk menambahkan kandungan jumlah unsur hara dilakukan dengan cara meningkatkan kadar unsur hara dalam pupuk, salah satu yang dilakukan dalam

penelitian ini adalah penambahan tepung cangkang telur yang disebut dengan TCT. Menurut Nursiam (2011), Komposisi kimia dari cangkang telur terdiri dari protein 1,71%, lemak 0,36%, air 0,93%, serat kasar 16,21%, abu 71,34%. Seperti yang kita tau bahwa pemanfaatan tepung cangkang telur (TCT) sebagai bahan campuran pupuk masih sangat terbatas sehingga banyak cangkang telur yang terbuang begitu saja, akibatnya akan menyebabkan pencemaran lingkungan.

Berdasarkan beberapa hal diatas, penelitian pembuatan pupuk organik cair dari limbah cair tahu penting dilakukan. Untuk meningkatkan kandungan N, P dan K dalam pupuk organik cair, limbah cair tahu perlu ditambahkan aditif.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar N, P, K pada pupuk organik cair yang terbuat dari campuran limbah cair tahu dan tepung cangkang telur (TCT).

2.1 Alat dan Bahan

- a. Alat yang digunakan dalam pembuatan pupuk yaitu: blender, botol, gelas beker, gelas ukur, kaca arloji, karet hisap, kompor listrik, pengaduk kaca, pipet tetes, pipet ukur, pipet volum.
- b. Bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk yaitu: air, bioaktivator EM4, limbah cair tahu, tepung cangkang telur.

2.2 Prosedur Penelitian

- a. Pembuatan larutan EM4

Sebanyak 4 mL EM4 pekat dilarutkan kedalam 4 mL molases kemudian ditambahkan dengan air sebanyak 200 mL setelah itu diaduk hingga homogen.

- b. Persiapan larutan sampel

Menyiapkan 3 buah alat fermentasi, masing-masing diisi dengan campuran limbah cair tahu 200 mL, EM4 50 mL dan tepung cangkang telur dengan komposisi:

Sampel A: ditambahkan dengan 0 g tepung cangkang telur.

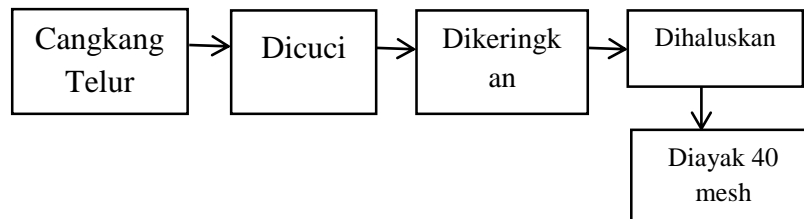
Sampel B: ditambahkan dengan 5 g tepung cangkang telur.

Sampel C: ditambahkan dengan 10 g tepung cangkang telur.

Kemudian mengaduknya hingga homogen dan mendiampkannya selama beberapa hari (variasi waktu fermentasi 4, 8 dan 12 hari), kemudian menganalisis kadar N, P, K (Diba, 2012).

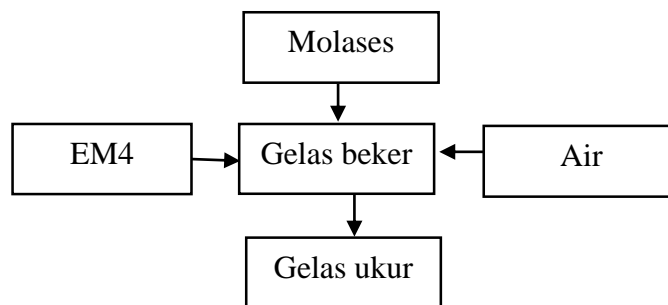
2.3 Gambar Cara Kerja

2.3.1 Persiapan sampel tepung cangkang telur



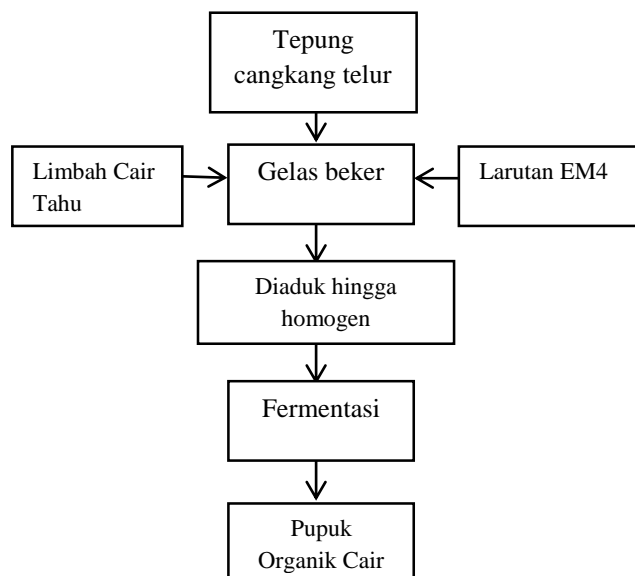
Gambar 1. Persiapan pembuatan sampel tepung cangkang telur

2.3.2 Persiapan Bioktivator EM4



Gambar 2. Persiapan pembuatan bioaktivator EM4

2.3.3 Pembuatan Pupuk Organik Cair



Gambar 3. Persiapan pembuatan pupuk organik cair

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh data hasil analisis unsur hara makro (N, P, K) pada fermentasi limbah cair tahu sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil analisis kandungan N, P, dan K pada fermentasi limbah cair tahu

Sampel	Waktu Fermentasi (hari)	N total (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O(ppm)
1	4	0,06	297,93	709,20
	8	0,08	314,77	831,90
	12	0,08	499,97	879,37
2	4	0,07	356,86	732,76
	8	0,08	390,53	812,90
	12	0,08	567,32	894,54
3	4	0,07	365,28	797,70
	8	0,08	516,81	963,20
	12	0,09	601,00	981,61

Berikut adalah hasil analisis kandungan hara limbah cair tahu dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Analisis kadar hara limbah cair tahu

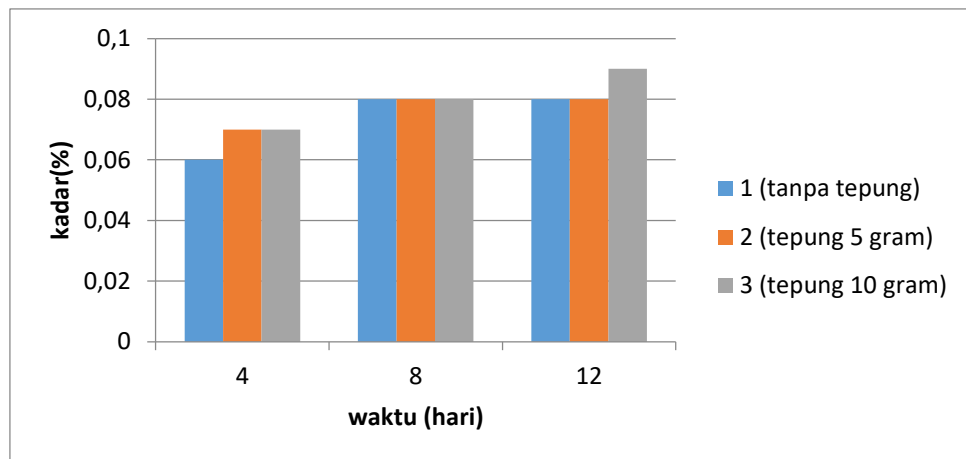
Parameter	Kadar
N total	0,06%
P ₂ O ₅	222,16 ppm
K ₂ O	418,10 ppm

(Laboratorium Fakultas Pertanian, UNS)

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa limbah cair tahu memiliki kandungan hara N total, P₂O₅, dan K₂O dengan N total sebesar 0,06%, P₂O₅ sebesar 222,16 ppm, K₂O sebesar 418,10 ppm. Hal ini berarti bahwa limbah cair tahu dapat digunakan sebagai pupuk organik cair karena mengandung unsur hara makro. Unsur hara N merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, karena N sangat diperlukan untuk pembentukan atau

pertumbuhan bagian vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman dan jumlah daun, unsur hara P meningkatkan pembentukan bunga, buah dan biji, unsur hara K meningkatkan kualitas biji tanaman menjadi lebih berisi dan padat serta meningkatkan kualitas buah.

3.1 Analisis Kandungan N total dalam Sampel



Gambar 4. Kondisi kadar nitrogen selama proses pembuatan pupuk organik cair

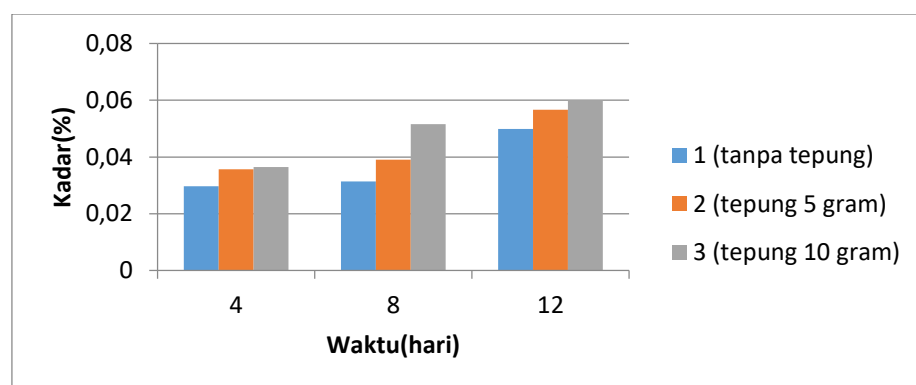
Bentuk nitrogen dalam limbah cair tahu adalah material protein, dimana senyawa-senyawa nitrogen tersebut berasal dari air rebusan kedelai. Berdasarkan Gambar 4. secara keseluruhan kadar N jika dilihat dari lamanya waktu fermentasi dengan perlakuan penambahan TCT yaitu pada perlakuan pertama dengan tidak menambahkan TCT, perlakuan kedua yaitu dengan menambahkan sebanyak 5 gram TCT, sedangkan pada perlakuan ketiga yaitu dengan penambahan sebanyak 10 gram TCT mengalami kenaikan namun cenderung tetap. Hal ini sebanding dengan dengan banyaknya kadar N yang dilihat berdasarkan banyaknya TCT yang ditambahkan kedalam POC yang difermentasikan selama 4, 8, 12 hari akan mengalami kenaikan namun cenderung tetap. Kadar N paling tinggi didapatkan pada perlakuan penambahan TCT sebanyak 10 gram dengan waktu fermentasi selama 12 hari sebesar 0,09%. Kadar N pada limbah cair

tahu tanpa fermentasi 0,06%, Hal ini menunjukkan bahwa limbah cair tahu dapat digunakan sebagai pupuk organik cair.

Semakin lama waktu fermentasi dan semakin banyak aditif yang ditambahkan pada limbah cair tahu maka kadar N akan semakin tinggi, Dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan kadar N semakin bertambah namun cenderung tetap, ketika kadar N mengalami penurunan atau cenderung tetap maka disebabkan oleh ketidakstabilan tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme sehingga membutuhkan N untuk kelangsungan hidupnya, hal ini disebut *log phase*. *Log phase* yaitu waktu dimana mikroorganisme mulai tumbuh dan berkembang serta beradaptasi dengan kondisi baru, sel-sel akan tumbuh cepat hingga jumlah maksimum dan memakan nitrogen yang ada, sehingga kadar N menurun.

Tingginya kadar N pada pupuk akan berpengaruh terhadap pembelahan sel khususnya pada bagian meristem. Unsur nitrogen lebih digunakan untuk pertumbuhan pucuk dibandingkan akar pada tanaman (Duaja. dkk, 2012). Pada tanaman biji-bijian pemberian unsur hara N setelah fase pembungaan mempunyai fungsi meningkatkan kadar protein sehingga meningkatkan hasil produksi dan kualitas hasil.

3.2 Analisis Kandungan P_2O_5 dalam Sampel



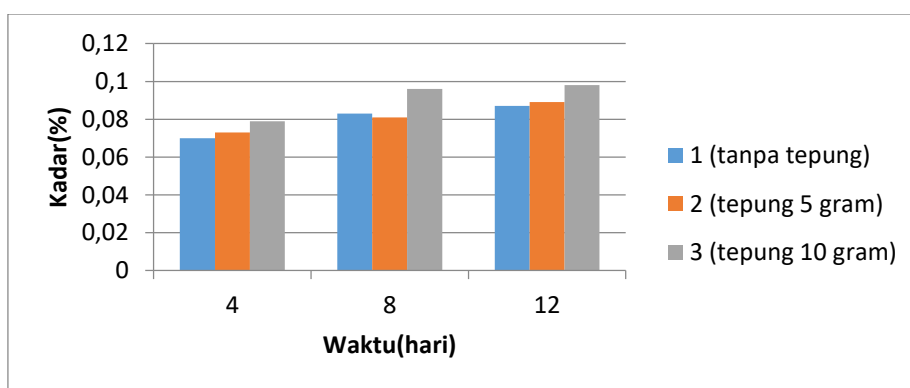
Gambar 5. Kondisi kadar fosfor selama proses pembuatan pupuk organik cair

Fosfor diambil tanaman terutama dalam bentuk senyawa $H_2PO_4^-$ dan $H_2PO_4^{2-}$. Pertumbuhan tinggi tanaman yang baik akan berpengaruh

terhadap banyaknya cahaya matahari yang diserap tanaman untuk proses fotosintesis. Peningkatan proses fotosintesis dipengaruhi unsur hara P sehingga akan meningkatkan hasil fotosintesis berupa senyawa-senyawa organik yang akan ditranslasikan keseluruh organ tanaman yang berpengaruh terhadap berat kering tanaman. Pemberian unsur hara P pada tanaman meningkatkan pembentukan bunga, buah, dan biji sehingga dapat meningkatkan hasil produksi (Rosmarkam dan Yuwono, 2001).

Berdasarkan Gambar 5 secara keseluruhan kadar P dilihat dari lamanya waktu fermentasi 4, 8, 12 hari dengan perlakuan penambahan tepung cangkang telur 0, 5, 10 gram mengalami peningkatan, Dapat dikatakan bahwa proses penguraian oleh mikroba berjalan secara optimal. Kadar P tertinggi didapat 601,00 ppm pada fermentasi 12 hari dengan penambahan tepung cangkang telur 10 gram. Semakin banyak kadar tepung cangkang telur yang ditambahkan kedalam limbah cair tahu maka kadar P yang dihasilkan semakin tinggi, namun hal tersebut juga dipengaruhi oleh mikroorganisme dalam fermentasi. Sedangkan kadar P pada limbah cair tahu tanpa fermentasi adalah 222,16 ppm, hal ini berarti bahwa limbah cair tahu dapat digunakan sebagai pupuk organik cair.

3.3 Analisis Kandungan K₂O dalam Sampel



Gambar 6. Kondisi kadar kalium selama proses pembuatan pupuk organik cair

Kalium diserap oleh tanaman dalam bentuk K⁺. Fungsi unsur K pada tanaman adalah meningkatkan kualitas biji tanaman menjadi lebih berisi dan padat, selain itu unsur K juga meningkatkan kualitas buah karena

bentuk, kadar dan warnanya yang lebih baik (Rosmarkam dan Yuwono, 2001). Unsur K yang tinggi pada POC berperan penting dalam transport fotosintesis ke bagian sink yaitu daun muda atau tunas yang sedang tumbuh. Dari Gambar 6 secara keseluruhan kadar K dilihat dari lamanya waktu fermentasi dengan perlakuan penambahan tepung cangkang telur mengalami peningkatan. Semakin lama waktu fermentasi dan semakin banyak banyak aditif yang diberikan maka kandungan K dalam pupuk organik cair juga semakin tinggi. Hal ini berarti mikroorganisme yang merombak kalium berkembang dengan baik.

Banyaknya tepung cangkang telur yang ditambahkan pada waktu fermentasi 8 hari mengalami penurunan kadar K pada penambahan tepung cangkang telur sebanyak 5 gram hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme, karena mikroorganisme selain merombak kalium juga menggunakan kalium untuk metabolisme hidupnya (Notohadiprawiro, 1999). Sedangkan pada penambahan tepung cangkang telur 10 gram mengalami kenaikan kadar K kembali, hal ini dikarenakan aktivitas mikroorganisme yang semakin berkurang bahkan kemungkinan mikroorganisme tersebut mengalami kematian sehingga jasad-jasad renik yang mengandung kalium mengakibatkan bertambahnya kadar K pada sampel pupuk. Fase kematian disebut dengan *death phase* yaitu fase dimana jumlah sel mikroba menurun karena pertumbuhan berhenti sedangkan kematian terus berlangsung (Muryati dan Ratna, 2012).

Dari hasil data diatas terjadi peningkatan kadar K dari limbah cair tahu tanpa fermentasi sebesar 418,10 ppm semakin lama waktu fermentasi dan semakin banyaknya tepung cangkang telur yang ditambahkan maka kadar K semakin tinggi. Kadar K tertinggi didapatkan pada fermentasi 12 hari dengan penambahan tepung cangkang telur 10 gram sebesar 981,61 ppm. Hal ini membuktikan bahwa limbah cair tahu dapat digunakan sebagai pupuk organik cair dan penambahan tepung cangkang telur akan meningkatkan kadar K dalam pupuk organik cair. Kadar ini sesuai dengan ambang batas yang ditentukan oleh Peraturan Menteri pertanian No. 28/Permentan/ot.140/2/2009 yaitu 2% atau 20000 ppm.

4. PENUTUP

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Limbah cair tahu dapat digunakan sebagai pupuk cair organik sesuai dengan ketetapan standart mutu oleh Peraturan Menteri Pertanian Nomor 28/Permentan/OT.140/02/2009.
- b. Semakin lama waktu fermentasi maka kadar N, P, dan K pupuk organik cair akan semakin tinggi. Kandungan N, P, dan K terbaik diperoleh pada waktu fermentasi 12 hari.
- c. Kadar N, P, dan K pada limbah cair tahu adalah N 0,06% (massa), P 222.16 (ppm), K 0,42% (massa), sedangkan kadar tertinggi limbah cair tahu yang difermentasi dengan EM4 adalah N 0,08% (massa), P 499,97 (ppm), K 0,088 (massa) dengan waktu fermentasi 12 hari.
- d. Semakin banyak massa tepung cangkang telur yang ditambahkan maka semakin tinggi pula kadar N, P, dan K yang didapatkan. Penambahan massa tepung cangkang telur tertinggi dengan waktu fermentasi 12 hari adalah 10 g, dengan kadar N 0,09% (massa), P 601,00 (ppm), K 0,098% (massa).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Diba, P. F. 2012. *Peningkatan Kadar N, P, dan K pada Pupuk Organik Cair dengan Pemanfaatan Bat Guano*. Skripsi Program Studi Kimia. Universitas Negeri Semarang.
- Duadja, MD, Gusniwati, Ganti ZF dan Salim H. 2012. *Pengaruh Jenis Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Dua Variasi Selada (*Lactuca sativa* L)*. jurnal Bioplantae 1(3):155-159.
- Kaswinarni, F. 2007. *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu*. Tesis Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro..
- Notohadiprawiro T. 1999. *Tanah dan Lingkungan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

- Nursiam, Intan. 2011. *Uji Kualitas Telur (Online)*.
<https://intannursiam.wordpress.com/2011/02/26/uji-kualitas-telur/>.
Diakses tanggal 25 Maret 2016 pukul 15:30 WIB.
- Muryati, S. dan Ratna Dewi K. 2012. *Mikrobiologi Lingkungan dan Terapan*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rosmarkam, A dan Yuwono, NW. 2001. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rossiana, Nia. 2006. *Uji Toksisitas Limbah Cair Tahu Sumedang Terhadap Reproduksi Dephnia carinata KING*. Bandung: Jurnal Biologi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran.
- Said, I. N. 1999. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu – Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*. Jakarta: Direktorat Teknologi Lingkungan.